

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of  
the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift  
⑩ DE 197 16 061 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 21/35**  
G 01 J 3/42  
G 01 J 3/10

②① Aktenzeich n: 197 16 061.1-52  
②② Anmeldetag: 17. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 3. 98

DE 197 16 061 C 1

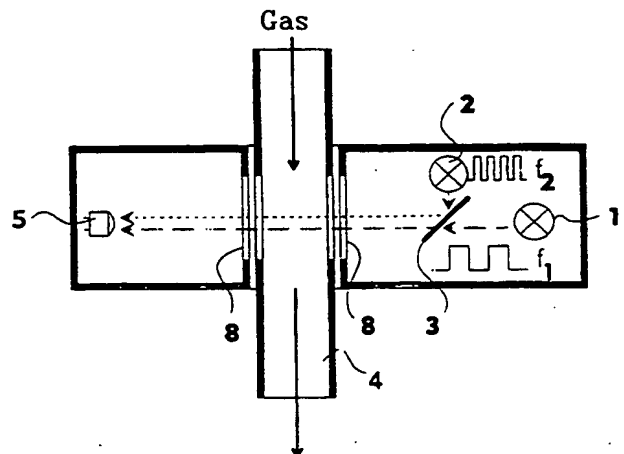
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑥⑥ Innere Priorität:  
197 06 464.7 19.02.97  
  
⑦③ Patentinhaber:  
Drägerwerk AG, 23558 Lübeck, DE

⑦② Erfinder:  
Dreyer, Peter, 23689 Pansdorf, DE  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 1 95 20 488 C1  
DE 41 33 481 C2  
EP 06 81 179 A1  
EP 01 96 993 A2  
US-Z: RIRIS, H., et al.: Explosives detection with a  
frequency modulation spectrometer, In: Applied  
Optics, Vol. 35, No. 24, 20. Aug. 1996, S. 4694-4704;

⑤④ Infrarotoptisches Gasmeßsystem

⑤⑦ Es wird ein infrarotoptisches Gasmeßsystem mit zwei Infrarotstrahlungsquellen (1, 2) und mit mindestens einem Multispektralsensor (5) vorgeschlagen, das für die Konzentrationsbestimmung verschiedener Bestandteile eines Gasstromes geeignet ist.  
Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Infrarotstrahlungsquellen (1, 2) in unterschiedlichen Spektralbereichen mit zwei unterschiedlichen Taktfrequenzen  $f_1$ ,  $f_2$  strahlen und die emittierten Strahlen zuerst über einen Strahlungskoppler (3) geführt werden, nachfolgend den zu messenden, durch Fenster (8) begrenzten Gasstrom vertikal zur Strömungsrichtung durchqueren und abschließend zur Intensitätsmessung in den mindestens einen Multispektralsensor (5) gelangen.



DE 197 16 061 C 1

Die Erfindung betrifft ein infrarotoptisches Gasmeßsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Meßsysteme sind aus verschiedenen Veröffentlichungen bekannt und eignen sich je nach verwendetem Wellenlängenbereich für die Konzentrationsmessung von Gasen, beispielsweise für die Messung von CO<sub>2</sub> oder auch zur Bestimmung der Alkoholkonzentration in der Ausatemluft eines Menschen.

Eine gattungsgemäße Meßvorrichtung geht aus der DE 195 20 488 C1 hervor, wobei das zu messende Gas durch Diffusion in den als Meßstrecke dienenden Hohlleiter einströmt.

Aus der DE 41 33 481 C2 ist ein Multispektralsensor für den Infrarotbereich bekanntgeworden, bei dem verschiedene Spektralbereiche einer zu messenden Strahlung durch separate Detektoren erfaßt werden, wobei eine kompakte Bauweise mit hoher Meßempfindlichkeit und -genauigkeit möglich sein soll.

Aus der EP 0196 993 A2 ist eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Messung der Gaskonzentration bekanntgeworden, welche eine Strahlungsquelle, eine von dem Gas durchströmte Absorptionsküvette und einen photoelektrischen Empfänger aufweist, der mit einer Substratscheibe mit mehreren Sensorbereichen mit vorgeschalteten Filtern unterschiedlicher Durchlaßbereiche versehen ist.

Mit dieser Anordnung und einer zugehörigen Rechenschaltung lassen sich die Konzentrationen von mehreren Gasen ermitteln und Störgrößen rechnerisch eliminieren.

Aus der EP 0681 179 A1 geht eine infrarotoptische Meßanordnung zur Bestimmung der Stickstoffmonoxid-Konzentration in Abgasen hervor. Eine Empfänger/Filter-Anordnung weist mehrere gasspezifische Meßkanäle mit einem gemeinsamen Rechner auf, so daß durch Wasser im Abgas verursachte Meßfehler bei der Auswertung kompensiert werden können.

In der US-Z: RIRIS; H. et al.: Explosives detection with a frequency modulation spectrometer, APPLIED OPTICS; Vol. 35, No. 24, 20. August 1996, S. 4694—4704 wird ein frequenzmoduliertes Spektrometer mit Laserdioden beschrieben, das zur Bestimmung der Konzentration unterschiedlicher, im Gemisch vorliegender Stickstoffoxide dient.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Gasmeßsystem der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß ein aus mehreren Bestandteilen bestehender Gasstrom bezüglich der Art und der Konzentration dieser Bestandteile schnell vermessen werden kann. Die Lösung der Aufgabe erhält man mit den Merkmalen des erfindungsgemäßen Gasmeßsystems nach Anspruch 1. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgegenstands nach Anspruch 1.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß mit Hilfe eines einfachen Aufbaues ein kostengünstiges, aber dennoch schnelles Gasmeßsystem zur Verfügung gestellt wird, mit dem die Konzentrationsmessung mehrerer Bestandteile eines strömenden Gasvolumens möglich ist. Ein besonders bevorzugtes Beispiel für eine derartige Anwendung stellt die Messung von Anästhesiegasen, N<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> in der strömenden Aus- oder Einatemluft eines Patienten dar. Derartige Messungen sind für die Beobachtung und Durchführung von Narkosen, insbesondere im Zusammenhang mit Operationen, von großer Bedeutung. Hierbei ist es besonders wünschenswert, eine auf den einzelnen Atemzug bezo-

gene Messung der relevanten Gase CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O zu ermöglichen. Der Kern der Erfindung besteht darin, zwei breitbandige Infrarotstrahlungsquellen zu verwenden, wobei die eine Strahlungsquelle zur Messung im Lock-In-Verfahren im Spektralbereich 2,5 bis 14 µm mit niedriger Taktfrequenz für die Anästhesiegase eingesetzt wird und die zweite Strahlungsquelle im Lock-In-Verfahren im Spektralbereich 2,5 bis 4,3 µm mit höherer Taktfrequenz zur atemzug aufgelösten Messung von CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O dient. Die emittierten Strahlungen werden über einen gemeinsamen Strahlungskoppler zusammengeführt, durch eine Küvette mit dem durchströmenden Gasgemisch geleitet und anschließend mit mehreren Infrarotstrahlungsdetektoren in mindestens einem Multispektralsensor gemessen, der aus einem Strahlmischer und mehreren, insbesondere vier Infrarotstrahlungsdetektoren, vorzugsweise pyroelektrischen Detektoren oder auch Quantendetektoren, mit zugehörigen unterschiedlichen, den Absorptionsbanden der zu messenden Gase angepaßten Infrarotfiltern besteht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung erklärt, die den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Gasmeßsystems darstellt.

Die Figur zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Anordnung zur Infrarotabsorptionsmessung von Gasen, die aus einer ersten breitbandigen Infrarotstrahlungsquelle 1 mit der Taktfrequenz  $f_1$  für einen ersten Spektralbereich  $\Delta\lambda_1$  der den Spektralbereich  $\Delta\lambda_2$  mit umfaßt, sowie einer zweiten Infrarotstrahlungsquelle 2 mit der Taktfrequenz  $f_2$  für einen zweiten Spektralbereich  $\Delta\lambda_2$  besteht. Die Strahlungen beider Strahlungsquellen 1, 2 werden zunächst über einen Strahlungskoppler 3 zusammengeführt, anschließend durch eine mit dem zu messenden Gasgemisch durchströmte Küvette 4 mit infrarotdurchlässigen Fenstern 8 geführt und schließlich mit einem Multispektralsensor 5 gemessen, um letztlich über die an sich bekannte Messung der Strahlungsintensität die Konzentration von Bestandteilen des Gasgemisches zu ermitteln. Vorzugsweise besteht der Multispektralsensor 5 aus vier einzelnen Infrarotstrahlungsdetektoren, auf bzw. vor denen Infrarotschmalbandfilter angeordnet sind, die jeweils eine Lichtwellenlänge zur selektiven Messung eines dazu charakteristischen Gases durchlassen. Vorgeschaltete Streuraster dienen zur Reflektion und zur Strahlmischung. Die gesamte Anordnung ist in einem hermetisch abgedichteten Gehäuse untergebracht. Diese Meßeinheit kann mit Hilfe der verwendeten Infrarotschmalbandfilter für spezifische Gasmessungen vorgesehen werden. Beispielsweise ist es möglich, eine Meßeinheit mit spezifischen Infrarotstrahlungsdetektoren und Infrarotfiltern zur Messung von CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und einer Referenzwellenlänge auszustatten. In der bevorzugten Anwendung besteht die Möglichkeit, für die Patientenüberwachung CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O möglichst atemzug aufgelöst zu messen. Um diese Anforderung zu erfüllen, ist ein ausreichend schnelles Meßverfahren mit einer Zeitauflösung von etwa 100 bis 200 ms erforderlich. Die Infrarotstrahlertaktfrequenz des angewendeten Lock-In-Meßverfahrens muß demnach mindestens 20 Hz betragen. Da für derartige Anwendungen derzeit mit vertretbaren Kosten nur thermische Strahlungsquellen mit relativ großer, d. h. langsame Zeitkonstante zur Verfügung stehen, ist bei deren Einsatz aufgrund der oben angegebenen Taktfrequenzen der Modulationshub für ein hinreichendes Signal-/Rauschverhältnis zu gering. Als geeignet haben sich sogenannte Mikroglühlampen mit dünnen Wolframwendeln, also kleine thermische Massen, erwiesen, die in

einem Quarzkolben luftdicht abgeschlossen sind. Zwar wird durch die Trägheit der Wendel der Modulationshub erheblich verringert, er kann jedoch durch die hohe Wendeltemperatur (ca. 2000°C) ausreichend aufgebaut werden. Der Nachteil derartiger, nur mit Quarzkolben erhältlicher Bauelemente ist der eingeschränkte Spektralbereich. Wegen der hohen Dämpfung der Infrarotstrahlung ab 4,3 µm durch den Quarzkolben ist die Strahlungsquelle zu längeren Wellenlängen hin nicht mehr verwendbar, jedoch können die Messung von CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O mit einer Referenzwellenlänge in einem Wellenlängenbereich  $\Delta\lambda_2 < 4,3 \mu\text{m}$  durchgeführt werden.

Eine weitere praktische Anforderung ist die Messung der Anästhesiemittel. Eine atemzug aufgelöste Messung dieser Gase ist nicht unbedingt von Interesse, weil hieraus keine zusätzlichen Informationen für den Anästhesisten gewonnen werden können, jedoch ist die Analyse bzw. Erkennung der Anästhetika aufgrund der charakteristischen Infrarotabsorptionsbanden wünschenswert. Dieser Umstand erfordert ein gutes Signal-/Rauschverhältnis (großer Modulationshub der Strahlungsquelle) und die Messung in einem Spektralbereich, in dem die relevanten Gase genügend stark mit ausreichend — jeweils gasspezifisch — auseinanderliegenden Banden absorbieren. Hierfür eignet sich besonders der Spektralbereich zwischen 2,5 µm bis 14 µm. Eine in diesem Wellenlängenbereich emittierende thermische breitbandige Infrarotstrahlungsquelle 1 mit der Taktfrequenz  $f_1$  wird daher zur Messung der Anästhetika nach der Figur so angeordnet, daß die emittierte Strahlung über einen für  $\Delta\lambda_1$  transparenten und für  $\Delta\lambda_2$  reflektierenden Strahlungskoppler 3 durch die Meßküvette 4 auf den Multispektralsensor 5 fällt. Als Referenz für die Anästhesiegasmessung dient ebenfalls der Infrarotstrahlungsdetektor im Multispektralsensor 5 im Wellenlängenbereich  $\Delta\lambda_2$ , jedoch jetzt mit der Strahlung der Infrarotstrahlungsquelle 1 mit der Frequenz  $f_1$ . Mit je einem Referenzsignal pro Frequenz  $f_1$  und  $f_2$  werden Signaländerungen durch Systemverschmutzungen bzw. Küvettenverschmutzungen mittels Quotientenbildung der Meßsignale mit den zugehörigen Referenzsignalen kompensiert. Die Infrarotstrahlungsquelle 2 mit der höheren Taktfrequenz  $f_2$  ist so angeordnet, daß die von ihr emittierte Strahlung über den Strahlungskoppler 3, der für den Wellenlängenbereich  $\Delta\lambda_2$  wie ein Reflektor wirkt, durch die Meßküvette 4 auf die Infrarotstrahlungsdetektoren (Detektoreinheit) im Multispektralsensor 5 fällt.

Durch die Verhältnisbildung der beiden Referenzsignale können zudem — meist alterungsabhängige — Veränderungen der beiden Infrarotstrahlungsquellen gemessen und erkannt werden. Die beschriebene Anordnung wäre mit einem Strahlteiler und einer weiteren Detektoreinheit in Form eines Multispektralsensors 5 erweiterbar, so daß hierdurch die Anzahl der zu messenden Gase erweitert würde oder es wäre eine Gasarterkennung möglich. Die Detektoreinheit kann wahlweise zur Steigerung der Meßleistung mit Infrarotstrahlungsdetektoren ausgestattet sein, die anstatt mit pyroelektrischen Meßelementen mit Halbleiterdetektoren bestückt sind.

Diese haben höhere Empfindlichkeit, und kleinere Zeitkonstanten, sind aber auch teurer.

#### Patentansprüche

1. Infrarotoptisches Gasmeßsystem mit zwei Infrarotstrahlungsquellen und mit mindestens zwei In-

frarotstrahlungsdetektoren, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Infrarotstrahlungsquellen (1, 2) in unterschiedlichen Spektralbereichen mit zwei unterschiedlichen Taktfrequenzen  $f_1, f_2$  strahlen, die emittierten Strahlen zuerst über einen Strahlungskoppler (3) geführt werden und nachfolgend den zu messenden, durch Fenster (8) begrenzten Gasstrom vertikal zur Strömungsrichtung durchqueren sowie abschließend zur Intensitätsmessung in mindestens einen Multispektralsensor (5) mit mindestens vier Infrarotstrahlungsdetektoren gelangen.

2. Infrarotoptisches Gasmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Infrarotstrahlungsquelle (1) im Spektralbereich 2,5 bis 14 µm und die zweite Infrarotstrahlungsquelle (2) im Spektralbereich 2,5 bis 4,3 µm strahlt und daß die Taktfrequenz  $f_2$  der zweiten Infrarotstrahlungsquelle (2) höher ist als die Taktfrequenz  $f_1$  der ersten Infrarotstrahlungsquelle (1).

3. Infrarotoptisches Gasmeßsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Infrarotstrahlungsquelle (1) zur Konzentrationsmessung von Anästhesiegasen im Atemstrom und die zweite Infrarotstrahlungsquelle (2) zur atemzug aufgelösten Konzentrationsmessung von CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O im Atemstrom dient.

4. Infrarotoptisches Gasmeßsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Multispektralsensor (5) einen Strahlmischer und genau vier Infrarotstrahlungsdetektoren mit zugehörigen, vorgeschalteten, jeweils unterschiedlichen, den Absorptionsbanden der zu messenden Gase angepaßten Infrarotfiltern aufweist.

5. Infrarotoptisches Gasmeßsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Multispektralsensor (5) mit mindestens einem Halbleiterdetektor versehen ist.

6. Infrarotoptisches Gasmeßsystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Multispektralsensoren (5) vorgesehen sind, wobei diese vorzugsweise rechtwinklig zueinander angeordnet sind und die Strahlung von den beiden Infrarotstrahlungsquellen (1, 2) durch einen Strahlteiler auf die beiden Multispektralsensoren (5) entsprechend den Wellenlängenbereichen der beiden Infrarotstrahlungsquellen (1, 2) aufgeteilt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen